COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er SEPTEMBRE 1884.
PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que le tome XXVIII des « Mémoires des savants étrangers » est en distribution au Secrétariat.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Quelques remarques au sujet de la théorie de la figure des planètes;* par M. F. **Tisserand.**

« Je considère un corps céleste à l'état fluide, soumis seulement à l'attraction mutuelle des éléments qui le composent, animé d'un mouvement de rotation dont la vitesse angulaire est très petite; on sait que sa surface extérieure sera, à fort peu près, celle d'un ellipsoïde de révolution; il en sera de même des surfaces de niveau.

» Je représenterai par a la longueur du demi-petit axe d'une couche quelconque, par e son *ellipticité* (Clairaut a donné le nom d'*ellipticité* au rapport de la différence des deux axes au petit axe), par ρ la densité correspondante; ρ est une fonction inconnue de a. Quand on adopte pour ρ une fonction déterminée, il suffit, comme on sait, d'intégrer une équation

linéaire du second ordre, à coefficients variables, pour trouver e en fonction de a. Les valeurs de a, e et ρ, qui répondent à la surface extérieure du corps, seront représentées respectivement par 1, ε et ρ_1; enfin Δ désignera la densité moyenne et φ le rapport de la force centrifuge, à l'équateur, à l'attraction.

» I. Clairaut a montré le premier que, quelle que soit la loi des densités, pourvu toutefois que la densité aille toujours en décroissant du centre à la surface, ε est compris entre les deux limites $\frac{\varphi}{2}$ et $\frac{5\varphi}{4}$. La première de ces limites répond au cas idéal où toute la masse du corps serait réunie à son centre; or on sait que la densité ρ_1 de l'écorce terrestre est à peu près égale à $\frac{\Delta}{2}$; il doit donc être possible de trouver une limite inférieure de ε plus grande que $\frac{\varphi}{2}$. J'arrive à ce résultat de la manière suivante.

» Je pars de la relation bien connue

$$\left(\varepsilon - \frac{\varphi}{2}\right) \int_0^1 \rho a^2 da = \frac{1}{5} \int_0^1 \rho \frac{d.a^5 e}{da} da,$$

qui donne, en intégrant par parties dans le second membre,

$$(1) \qquad \left(\varepsilon - \frac{\varphi}{2}\right) \int_0^1 \rho a^2 da = \frac{1}{5}\left(\rho_1 \varepsilon - \int_0^1 a^5 e \frac{d\rho}{da} da\right).$$

$\frac{d\rho}{da}$ étant constamment négatif, on a

$$\int_0^1 a^5 e \frac{d\rho}{da} da < 0,$$

et l'équation (1) donne

$$\left(\varepsilon - \frac{\varphi}{2}\right) \int_0^1 \rho a^2 da > \frac{1}{5} \rho_1 \varepsilon;$$

or on a

$$\int_0^1 \rho a^2 da = \frac{\Delta}{3},$$

et il en résulte

$$\varepsilon - \frac{\varphi}{2} > \frac{3}{5} \frac{\rho_1}{\Delta} \varepsilon,$$

$$\varepsilon > \frac{\frac{1}{2}\varphi}{1 - \frac{3}{5}\frac{\rho_1}{\Delta}};$$

la limite inférieure $\frac{1}{2}\varphi$ de Clairaut peut donc être remplacée par $\frac{\frac{1}{2}\varphi}{1-\frac{3}{5}\frac{\rho_1}{\Delta}}$; dans le cas de la Terre, en prenant $\frac{\rho_1}{\Delta}=\frac{1}{2}$, cette limite devient $\frac{5}{7}\varphi$; voilà le premier point que je voulais établir.

» II. Un élément important, introduit pour la première fois par d'Alembert dans l'étude de la figure de la Terre, est le suivant :

$$\lambda=\frac{\int_0^1 \rho a^2\,da}{\int_0^1 \rho a^4\,da};$$

en combinant les résultats de la Géodésie avec ceux que fournit la théorie de la précession des équinoxes, on peut déterminer la valeur de λ; j'ai lieu de penser que, sans faire intervenir cette dernière théorie, on pourrait, sinon déterminer λ, du moins assigner deux limites très resserrées comprenant cette quantité; les résultats ci-dessous constituent un premier essai dans cette direction.

» Reprenons l'équation (1), et remarquons que les ellipticités croissant du centre à la surface, on a

$$e \leqq \varepsilon;$$

on en conclut

$$\int_0^1 a^5 e \frac{d\rho}{da}\,da > \varepsilon \int_0^1 a^5 \frac{d\rho}{da}\,da$$

ou, en intégrant par parties,

$$\int_0^1 a^5 e \frac{d\rho}{da}\,da > \varepsilon\left(\rho_1 - 5\int_0^1 \rho a^4\,da\right);$$

l'équation (1) donnera, en tenant compte de cette inégalité,

$$\left(\varepsilon-\frac{\varphi}{2}\right)\int_0^1 \rho a^2\,da < \varepsilon\int_0^1 \rho a^4\,da;$$

on en tire

$$\lambda < \frac{1}{1-\frac{\varphi}{2\varepsilon}}.$$

C'est la limite supérieure que je voulais obtenir; en adoptant $\frac{1}{293,5}$ pour

l'aplatissement à la surface et prenant $\varphi = \frac{1}{284,4}$, on a d'abord

$$\varepsilon = \frac{1}{292,5}$$

et ensuite

$$\lambda < 2,0288.$$

» La valeur que fournit la théorie de la précession des équinoxes est la suivante :

$$\lambda = 1,9553.$$

» III. L'équation différentielle qui permet de déterminer e en fonction de a, lorsque la loi des densités est connue, est la suivante :

$$(2) \qquad \left(a^2 \frac{d^2 z}{da^2} - 6z\right) \int_0^a \rho a^2\, da + 2\left(a \frac{dz}{da} + z\right) \rho a^3 = 0.$$

» Legendre a intégré cette équation, en supposant

$$\rho = C \frac{\sin na}{a}.$$

» M. Roche a supposé

$$\rho = \rho_0 (1 - ha^2).$$

» Je vais montrer comment on peut intégrer l'équation (2), en supposant plus généralement

$$\rho = \rho_0 (1 - ha^n),$$

expression dans laquelle ρ_0, h et n sont des constantes.

» En posant

$$\frac{3h}{n+3} a^n = x,$$

on trouve que l'équation (2) devient

$$(3) \qquad (x - x^2) \frac{d^2 z}{dx^2} + \left[\frac{5}{n} + 1 - \left(\frac{5}{n} + 3\right) x\right] \frac{dz}{dx} - \frac{2}{n} z = 0;$$

on retrouve ainsi l'équation différentielle de la série hypergéométrique en posant

$$\alpha\beta = \frac{2}{n},$$

$$\alpha + \beta = \frac{5}{n} + 2,$$

$$\gamma = \frac{5}{n} + 1.$$

» On aura donc, pour l'une des solutions de l'équation (4),

$$z = \mathrm{AF}(\alpha, \beta, \gamma, x).$$

» En déterminant convenablement la constante A, z sera égal à e; on trouve ainsi aisément

$$\frac{e}{\mathrm{A}} = 1 + \frac{2}{5+n}\left(\frac{3h}{n+3}a^n\right) + \frac{2(7+3n)}{2(5+n)(5+2n)}\left(\frac{3h}{n+3}a^n\right)^2 + \frac{2(7+3n)(12+8n)}{2.3(5+n)(5+2n)(5+3n)}\left(\frac{3h}{n+3}a^n\right)^3 + \ldots$$

» On serait, du reste, arrivé directement à cette expression à l'aide de l'équation (3), sans passer par la considération de la série hypergéométrique. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la marche générale de la végétation dans une plante annuelle. Principes hydrocarbonés;* par MM. BERTHELOT et ANDRÉ.

« Pour définir le développement du salpêtre dans une plante, il convient de préciser d'abord la marche générale de la végétation, au point de vue de l'accroissement relatif des diverses parties de la plante : feuilles, tige, racine, fleurs, etc.; ainsi qu'au point de vue de la formation et de l'accumulation des principes immédiats et matériaux essentiels : principes ligneux, principes albuminoïdes, matières solubles (extrait), sels de potasse, matières fixes insolubles; et cela aux différentes époques de la végétation et dans les diverses parties de la plante. C'est cette étude préliminaire que nous allons exposer, en nous attachant d'abord à une plante unique, la Bourrache, afin d'obtenir des résultats plus précis. La plupart de ceux-ci nous paraissent offrir une signification générale, au moins pour les plantes annuelles.

» Comparons d'abord les poids relatifs des diverses parties de la plante, ces parties étant pesées à l'état sec. Nous y joindrons le poids total comme terme de comparaison; ce poids n'ayant d'ailleurs rien d'absolu et étant susceptible de varier d'un pied à l'autre entre des limites étendues.

	29 mai.	12 juin.		7 septembre.	
	Végétation commençante.	Débuts de la floraison.	Autre un peu étiolée.	Fin de la floraison. Fructification.	Plante séchée sur pied.
Feuilles	gr 71,5	gr 38,7	gr 53,4	gr 12,0	gr 20,0
Tige et pétioles	25,2	17,2	30,8	50,3	43,0
Racines et radicelles	3,3	25,2 / 4,5	6,4	5,7	8,6
Inflorescences	0,0	14,4	9,4	32,0	28,4
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Poids total de la plante.	1,4195	2,127	2,446	50,254	34,073

» Non seulement le poids absolu de la plante et celui de ses diverses parties vont en croissant, mais la tige devient de plus en plus prépondérante par rapport aux feuilles; le rapport passant de 1 : 3 à 2 : 1, ou 4 : 1; le poids relatif de la tige augmente et celui des feuilles diminue.

» La racine a joué un instant le rôle d'une réserve, où les matières formées par la plante se sont accumulées. Cependant, aux débuts comme à la fin de la végétation, la proportion relative de la racine est faible.

» Les inflorescences jouent un rôle à part, leur importance croissant avec celle des fonctions de reproduction, à mesure que la végétation s'avance. Pour en écarter l'influence, nous avons analysé des pieds privés à dessein d'inflorescences et sur lesquels celles-ci ont été systématiquement retranchées dès leur apparition : tout se réduit alors aux fonctions de nutrition.

	22 juin.	30 juin.	7 septembre.
Feuilles	gr 34,3	gr 31,5	gr 17,4
Tiges	42,7	58,8	72,8
Pétioles	13,4		
Racines	6,9	9,7	9,8
Radicelles	2,7		
	100,0	100,0	100,0
Plante totale	30,650	17,124	47,160

» La prépondérance de la tige s'accentue ici davantage. Sous ce rapport la plante annuelle se rapproche des arbres et arbrisseaux.

» La composition immédiate de ses diverses parties confirme et précise ce résultat, comme nous allons le montrer bientôt. Nous avons déterminé,

en effet, la composition immédiate de la plante et celles de ses diverses parties, rapportées aux composants suivants, dont le mode de détermination a été défini dans une Note précédente (p. 355) :

» Ligneux et composés organiques insolubles;

» Extrait soluble dans l'alcool aqueux;

» Principes albuminoïdes;

» Sels de potasse, représentés par le carbonate qui en dérive [1];

» Matières fixes insolubles.

» Les matières grasses sont en proportion trop faible dans les plantes à salpêtre, pour qu'il ait été nécessaire d'en tenir compte.

» Indiquons d'abord la signification de ces composants. Les végétaux se composent, on le sait, de trois groupes fondamentaux de principes : les *principes ternaires hydrocarbonés,* formés principalement aux dépens de l'acide carbonique, tiré de l'atmosphère, et aux dépens des éléments de l'eau, empruntés à la fois au sol et à l'atmosphère ;

» Les *principes azotés,* tirés surtout du sol et des engrais et, pour une faible partie en général, de l'atmosphère;

» Enfin les *matières minérales,* empruntées au sol et aux engrais.

» Or les principes hydrocarbonés sont représentés dans nos analyses par deux ordres de corps : les *principes ligneux* et analogues, insolubles, et dès lors fixés dans certains organes, et les *matières solubles,* sucres, gommes, etc., qui constituent surtout l'*extrait* hydro-alcoolique. Ces derniers corps, à l'opposé des autres, circulent dans les tissus du végétal et servent d'intermédiaires aux phénomènes de nutrition.

» Les *principes azotés* les plus importants sont les *albuminoïdes,* fondement du protoplasme. Dans nos analyses, ils sont séparés sous forme insoluble (emploi de l'alcool aqueux et de la chaleur) et dosés à part. Ils ont un rôle capital dans les phénomènes de reproduction et dans la formation des jeunes tissus.

» Enfin les *matières minérales* sont dosées sous deux formes : sous la forme de sels solubles, qui circulent dans les tissus, *sels de potasse* principalement, représentés par le *carbonate* (après calcination), et *substances insolubles,* silice, sels de chaux, de magnésie, etc., localisées dans certains organes.

» Le poids réuni des sels de potasse et des sels de chaux et de magnésie est proportionnel à celui des acides organiques, dans les plantes, telles

(1) Certaines plantes renferment du carbonate préexistant, à côté de l'azotate.

que la Bourrache, qui ne contiennent pas d'acides libres. Ces acides étant produits le plus souvent par des phénomènes d'oxydation, ceux-ci sont mesurés, jusqu'à un certain point, par le poids des bases contenues dans la plante.

» Ces développements précisent le sens de nos analyses et montrent comment elles peuvent éclairer l'évolution de la vie végétale. Commençons par donner la composition générale de la plante :

	Graine.	Plantule. — 26 avril.	Végétation. — 29 mai.	Floraison. — 12 juin.	Fructification. — 7 sept.	Séchée sur pied. — 7 sept. (1).	Sans inflorescence. — 7 sept.
			Poids absolus.				
Ligneux et analogues....	gr 0,0093	0,0096	0,592	0,989	29,72	10,390	32,27
Principes albuminoïdes...	0,0024	0,0024	0,308	0,309	2,80	1,615	1,49
Extrait, etc...	0,0004 (2)	0,0034	0,244	0,448	8,57	7,358	6,78
Carbonate de potasse....	0,00025	0,0009	0,102	0,204	3,19	2,780	2,40
Matières fixes insolubles..	0,0013	0,003	0,173	0,176	5,93	2,877	4,22
Plante totale..	0,00138	0,017	1,419	2,127	50,21	34,02	47,16
			Poids relatifs.				
Ligneux et analogues.....	68,4	43,6	41,7	46,3	59,1	56,9	68,4
Principes albuminoïdes...	17,3	14,4	21,7	14,7	5,6	4,9	3,2
Extrait, etc...	2,9	18,3	17,2	21,1	17,1	21,6	14,4
Carbonate de potasse.....	1,8	6,1	7,2	9,6	6,4	8,2	5,1
Matières fixes insolubles..	9,6	17,6	12,2	8,4	11,8	8,4	8,9
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

» Passons en revue les divers matériaux de la plante.

» *Ligneux.* — Les chiffres observés montrent d'abord que les poids ab-

(1) Cette plante, récoltée le même jour que la précédente, répond à un degré d'évolution plus avancé.

(2) La graine renferme, en outre, 0,0002 de matière grasse.

solus du ligneux dans la Bourrache croissent suivant une proportion énorme et supérieure à tous les autres principes : ce qui est conforme aux faits connus. Stationnaire au début et pendant la germination, ce poids s'élève ensuite dans la plante de $0^{gr},009$ à 20^{gr} ou 30^{gr}, suivant les sujets.

» La proportion relative du ligneux croît également depuis la plantule jusqu'à la plante en fructification. Elle est la plus grande dans une plante privée d'inflorescence, pour laquelle tout le travail de la nutrition profite à l'accroissement des tissus, la consommation due aux fonctions de reproduction étant supprimée : la nutrition des animaux donne lieu, on le sait, à des observations analogues.

» Précisons ces données, en examinant la répartition du ligneux et des principes congénères entre les diverses parties de la plante.

	Végétation commençante. — 29 mai.	Floraison. — 12 juin.	Fructification. — 7 septembre.	Plante séchée sur pied. — 7 septembre.	Sans inflorescences. — 7 septembre.
	Poids absolu.				
Feuilles	gr 0,438	gr 0,389	gr 3,31	gr 3,89	gr 4,88
Tiges	0,132	0,110	15,41	8,73	24,82
Racines	0,022	0,321	1,85	1,63	3,15
Inflorescences ..	0,0	0,169	9,11	5,14	0,0
Poids total...	0,592	0,989	29,7	19,39	32,85
	Poids relatif (en centièmes).				
Feuilles	42,8	46,2	54,7	57,0	59,5
Tiges	37,1	30,1	61,0	59,7	70,5
Racines	47,7	49,0	65,9	55,7	68,6
Inflorescences ..	0,0	54,6	56,6	53,1	0,0
	41,7	44,6	59,1	56,9	68,4

» L'accroissement du ligneux a lieu dans toutes les parties, mais il porte principalement sur la tige; les feuilles viennent ensuite et la racine en dernier lieu. Il atteint son maximum pour la tige dans les plantes privées d'inflorescence; ce qui confirme la relation inverse signalée plus haut entre l'accroissement des tissus et la fonction de reproduction.

» Aussi les poids relatifs du ligneux vont-ils de même croissant dans toutes les parties simultanément, l'accroissement étant plus marqué dans

la tige et dans la racine que dans les feuilles. La tige et la racine offrent sous ce rapport une grande analogie. Tous ces faits montrent la transition entre l'évolution de la plante annuelle et la végétation de l'arbre.

» *Extrait.* — Nous avons dit qu'il convient de rapprocher des principes ligneux les matières extractives solubles dans l'alcool aqueux, lesquelles sont formées pareillement, au moins en majeure partie, par les principes hydrocarbonés, sucres et autres; les corps azotés y entrent aussi, mais pour une fraction minime. La proportion de l'extrait traduit dès lors, comme celle du ligneux, la marche de la fixation du carbone et des éléments de l'eau dans le végétal.

» Les principes de l'extrait jouent un rôle essentiel dans la nutrition de la plante. Leur association avec l'eau constitue les sucs, qui circulent dans les tissus et sont les intermédiaires de la nutrition.

» Les Tableaux de la page 406 montrent quel est l'accroissement des matériaux solubles dans la plante, depuis $0^{gr},0004$ jusqu'à 6^{gr} et 8^{gr}, variation aussi étendue dans son ordre que celle des principes ligneux. Cependant la proportion relative de ces deux genres de matériaux ne change pas beaucoup : dans la plante étudiée, l'extrait est demeuré voisin du tiers du poids du ligneux, sauf vers le début de la floraison, où un mouvement de nutrition et de transport plus actif répond à une proportion plus considérable de matériaux solubles.

» Dans la plante privée d'inflorescence, au contraire, les principes hydrocarbonés insolubles tendent à prédominer.

» Voici la répartition de l'extrait entre les diverses portions du végétal :

Répartition de l'extrait.

	29 mai. — Végétation commençante.		12 juin. — Floraison.	7 septembre. — Fructification.	7 septembre. — Plante séchée sur pied.	7 septembre. — Privée d'inflorescence.
Poids absolus.						
Feuilles.......	0,127		gr 0,098	gr 0,434	gr 0,781	gr 0,341
Tiges.........	0,108		0,155	5,607	3,932	5,869
Racines.......	0,009	Racines...	0,137	0,510	0,842	0,660
		Radicelles	0,014			
Inflorescences . .	0,0		0,044	1,982	1,803	0,0
Plante totale .	0,244		0,448	8,533	7,358	6,870

	29 mai. — Végétation commençante.	12 juin. — Floraison.	7 septembre. — Fructification.	7 septembre. — Plante achetée sur pied.	7 septembre. — Privée d'inflorescence.
	Poids relatifs (en centièmes).				
Feuilles	12,6	gr 11,8	gr 7,3	gr 11,5	gr 4,1
Tiges	30,1	42,2	22,3	26,8	16,8
Racines	20,0	Racines .. 25,7 Radicelles 14,6	18,3	28,8	14,3
Inflorescences ..	0,0	14,7	12,4	18,7	0,0
Plante totale .	17,2	21,1	17,1	21,6	14,4

» Ainsi les principes solubles augmentent sans cesse en quantité absolue; mais cet accroissement a lieu principalement dans la tige et dans les inflorescences. La tige est, en effet, la voie principale de la circulation des liquides pendant la vie du végétal. La proportion relative de l'extrait est également plus faible dans les feuilles de Bourrache que dans les autres régions de la plante, mais plus forte dans la tige. Vers la fin de la végétation, la richesse de la racine en matière extractive devient tout à fait voisine de celle de la tige. C'est un nouveau rapprochement entre les fonctions de la tige et celles de la racine, dite parfois *tige souterraine*. Il est accentué par l'analyse des radicelles, plus pauvres en extrait : ce qui montre bien que celui-ci n'est pas emprunté, pour une portion considérable du moins, au sol environnant.

» La proportion relative de l'extrait dans les diverses parties de la plante est la plus grande possible au moment où la floraison commence, et où les déplacements de matière sont les plus actifs.

» Dans la plante privée d'inflorescence, l'extrait tombe au plus bas : circonstance corrélative de l'accumulation des principes ligneux insolubles dans les diverses parties du végétal. »

ALGÈBRE. — *Sur la résolution générale de l'équation linéaire en matrices d'un ordre quelconque.* Note de M. SYLVESTER.

« Ce qui intéresse le plus dans les résultats nouvellement acquis que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, c'est l'union ou bien l'anastomose dont ils offrent un exemple frappant et tout à fait inattendu entre les deux grandes théories de l'*Algèbre moderne* et de l'*Algèbre nouvelle,* dont l'une s'occupe des transformations linéaires, et l'autre de la quantité générali-

sée, de sorte qu'au même titre que Newton définit l'Algèbre ordinaire comme étant l'Arithmétique universelle, on pourrait très bien caractériser cette Algèbre-ci comme étant l'Algèbre universelle, ou au moins une de ses branches les plus importantes.

» En général, un invariant de deux formes signifie une fonction de deux systèmes de coefficients qui reste invariable, à un facteur près, quand les deux systèmes des variables sont ou identiques ou assujettis à des substitutions semblables; mais rien n'empêche qu'on n'applique ce même mot au cas où les substitutions sont réciproques : ainsi, sans parler du cas de deux formes mixtes, on aura des invariants de deux formes données à mouvement semblable et des invariants à mouvement contraire; on peut très bien nommer ces derniers (comme titre distinctif) *contrariants*. C'est à une classe spéciale de contrariants que nous aurons affaire dans la solution de l'équation générale linéaire en matrices d'un ordre quelconque.

» En supposant que chaque p et p' soit une matrice de l'ordre ω, l'opérateur qui contient i couples

$$p_1(\quad)p'_1 + p_2(\quad)p'_2 + \ldots + p_i(\quad)p'_i$$

peut être nommé provisoirement un *nivellateur* de l'ordre ω et de l'étendue i, et on peut le caractériser par le symbole $\Omega_{\omega,i}$. Servons-nous toujours du symbole o pour signifier une matrice dont tous les éléments sont des zéros, et désignons par 1 (ou bien par υ indifféremment) une matrice dont tous les éléments sont zéro, à l'exception des éléments de la diagonale qui seront des unités : ce sont les matrices nommées *matrice nulle* et *matrice unitaire* respectivement.

» J'ai déjà expliqué comment un nivellateur général, de l'ordre ω, donne naissance à une matrice de l'ordre ω^2 : je nomme le déterminant de cette matrice le *déterminant du nivellateur* (¹). Ces déterminants possèdent des propriétés tout à fait analogues à celles des déterminants des matrices simples; ainsi, par exemple, je démontre la propriété dont je me suis servi avec grand avantage dans les recherches actuelles, que le déterminant du produit de deux *nivellateurs* est égal au produit de leurs déterminants séparés, et que le déterminant d'une fonction rationnelle d'un nivellateur, disons $F\Omega$, est égal au résultant (par rapport à Ω regardé comme une quantité ordinaire) de $F\Omega$ et $I\Omega$, où $I\Omega = o$ représente l'équation identique du degré ω^2 à laquelle Ω est assujetti.

(¹) Quelquefois ce déterminant sera nommé un *nivellant*.

» En général, à un système ou *corps* de matrices $p_1, p_2, \ldots, p_i$ de l'ordre ω correspond un quantic de l'ordre ω, c'est-à-dire le déterminant de $x_1 p_1 + x_2 p_2 + \ldots + x_i p_i$.

» Je nomme les coefficients de ce quantic les *paramètres du corps*. Ces paramètres doivent être regardés comme des quantités connues. Ainsi, par exemple, si au *corps* p, q (deux matrices binaires) on adjoint la matrice unitaire v, et qu'on forme le déterminant de la matrice $x + yp + zq$, on obtiendra un quantic

$$x^2 + Bxy + Cxz + Dy^2 + Eyz + Fz^2,$$

où, si l'on regarde p, q comme des *quaternions*, on aura, dans le langage du grand Hamilton,

$$B = Sp, \quad C = Sq, \quad D = T^2 p, \quad F = T^2 q, \quad E = S(Vp . Vq).$$

» Il résulte de cette définition qu'à chaque nivellateur $\Omega_{\omega,i}$ appartiennent deux quantics de l'ordre ω et avec i variables, dont l'un appartient au corps $p_1, p_2, \ldots, p_i$ et l'autre au corps $p'_1, p'_2, \ldots, p'_i$.

» Si l'on connaît l'équation identique $I\Omega = 0$ à laquelle le nivellateur Ω obéit, on peut immédiatement, comme je l'ai déjà montré, résoudre l'équation $\Omega x = T$.

» Mais il est très facile de voir que $I\Omega$ n'est autre chose que le déterminant du nivellateur $\Omega - \lambda v(\ )v$, quand dans ce résultat on substitue Ω à λ. Donc la question de la solution linéaire la plus générale est ramenée à ce seul problème :

» *Exprimer le déterminant d'un nivellateur en termes de quantités connues.*

» Or la première conclusion et la plus difficile à établir dans cette recherche, mais que j'ai enfin réussi à démontrer, c'est que ce déterminant est toujours une *fonction* entière, mais pas nécessairement rationnelle, des *coefficients des deux quantics* qui sont associés au nivellateur.

» Cela étant convenu, on démontre avec une extrême facilité que ce déterminant est un *contrariant* du degré ω dans chaque système de coefficients des deux quantics associés.

» Cela ne suffit pas ou peut ne pas suffire en soi-même à définir complètement le contrariant cherché; nommons, en général, ce contrariant le *nivellant* des deux quantics.

» Supposons que $N_{x,y,\ldots,z,t}$ soit le nivellant pour deux quantics d'un ordre donné ω, et représentons par $N_{x,y,\ldots,z,0}$ ce que ce nivellant devient quand on réduit à zéro tous les coefficients qui appartiennent aux termes dans les

deux quantics qui contiennent t; alors il est facile de voir que

$$N_{x,y,\ldots,z,0} = N_{x,y,\ldots,z}.$$

» Cette propriété seule est suffisante (avec l'aide d'un quelconque des opérateurs différentiels qui servent pour annuler un contrariant) pour préciser le contrariant (nivellant) dans le cas de deux quantics du second ordre, et c'est ainsi que j'ai obtenu la solution de l'équation linéaire pour le cas des matrices binaires donné dans la Note précédente. Or il est bien concevable que cette loi ne peut pas suffire à déterminer les paramètres arbitraires qui entrent dans le contrariant d'ordre (ω, ω) appartenant à deux quantics de l'ordre ω.

» Mais il y a encore une autre loi (constituant par elle-même un très beau théorème) qui doit suffire surabondamment à cette fin.

» C'est une loi qui établit une liaison entre les nivellants de deux systèmes de quantics contenant chacun le même nombre de variables, mais dont l'un est d'un ordre plus grand par unité que l'ordre de l'autre.

» Supposons que N soit le nivellant de deux quantics de l'ordre ω, $F(x, y, \ldots z)$ et $G(x, y, \ldots z)$; soit N′ ce que devient N quand

$$F(x, y, \ldots, z) = (lx + my + \ldots + nz) F_1(x, y, \ldots, z)$$

et

$$G(x, y, \ldots, z) = (\lambda x + \mu y + \ldots + \nu z) G_1(x, y, \ldots, z);$$

alors je dis que, quand

$$l\lambda + m\mu + \ldots + n\nu = 0,$$

le nivellant de (F_1, G_1) sera contenu comme facteur dans le nivellant modifié N′.

» A l'aide de ces principes, je me propose de calculer les nivellants pour les degrés supérieurs au second. On voit par ce qui précède que la solution de l'équation linéaire $\Sigma pxp' = T$ sera alors connue en termes des p, des p' de T et des paramètres des deux corps $p_1, p_2, \ldots, p_i, p'_1, p'_2, \ldots, p'_i$, augmentés l'un et l'autre d'une matrice unitaire. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

NAVIGATION AÉRIENNE. — *Sur les tentatives effectuées à diverses époques pour la direction des aérostats.* Lettre de M. **Laussedat** à M. le Secrétaire perpétuel.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

« Yseure, près de Moulins (Allier), 31 août 1884.

» L'Académie des Sciences reçoit en ce moment et recevra sans doute encore beaucoup de réclamations de priorité concernant la direction des ballons. La belle expérience des officiers de l'atelier de Meudon a naturellement mis en émoi les inventeurs, dont plusieurs ont des droits plus ou moins anciens, plus ou moins incontestables à faire valoir.

» Une Commission a été nommée pour examiner ces réclamations; je prends la liberté de vous adresser quelques renseignements, que vous jugerez peut-être utile de communiquer à l'Académie et à cette Commission.

» Et d'abord, il ne m'appartient pas d'indiquer la place à part qu'il convient de faire au savant M. Dupuy de Lôme. Chacun sait qu'il a été l'initiateur et le maître de tous ceux qui ont abordé sérieusement la question de la navigation aérienne, depuis la publication de son beau Mémoire sur l'aérostat à hélice, expérimenté par lui en 1872.

» Pour le public éclairé, cette expérience avait atteint son but aussi complètement qu'on pouvait l'espérer, avec les ressources limitées dont disposait l'éminent ingénieur et dans les conditions défavorables où elle avait été entreprise.

» Je n'ai jamais hésité, pour ma part, à manifester mon sentiment à cet égard (1), et il est même de mon devoir de déclarer que je n'ai demandé, en 1876-1877, en ma qualité de Président de la Commission des communications aériennes, et obtenu de M. le général Berthaut, alors Ministre de la Guerre, la création de l'atelier de Meudon (Chalais), que parce que j'étais convaincu, non seulement de l'utilité des ballons captifs en cam-

---

(1) *Voir* ma Communication sur les progrès récents de l'aéronautique au congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences. Le Havre, 1877.

Voir aussi un Rapport manuscrit rédigé en 1876 et adressé au Ministre de la Guerre, en réponse à un Questionnaire émané de la direction du service du Génie.

pagne, mais de la possibilité de diriger les ballons, de les faire lutter contre le vent, possibilité démontrée par l'expérience de M. Dupuy de Lôme.

» Actuellement, et après le succès si complet, si légitime de MM. les capitaines Renard et Krebs, personne ne conteste plus cette possibilité, bien que l'on sente qu'il reste encore beaucoup à faire pour donner au ballon dirigeable le degré de puissance qui lui permettra de rendre tous les services qu'on en attend.

» Le moment serait donc venu, ce me semble, de bien préciser les phases successives d'une invention toute française, en réunissant et en publiant les documents authentiques qui sont épars dans les archives du Ministère de la Guerre ou des établissements qui en dépendent, de l'Académie des Sciences, de la Société d'encouragement, de la Société de navigation aérienne et de quelques autres sociétés analogues. Ayant eu, par devoir, à étudier un grand nombre de ces documents, je me crois permis de signaler quelques-uns de ceux qui me semblent les plus intéressants et les plus importants, à l'Académie qui, après avoir acclamé la grande découverte des Montgolfier et applaudi aux innovations si heureuses de Charles, a eu l'insigne honneur de patronner, à quatre-vingts ans de distance, les essais de navigation aérienne tentés par deux de ses membres, l'illustre général Meusnier et M. Dupuy de Lôme.

» Les Mémoires du général Meusnier sont restés presque ignorés de la génération actuelle, parce qu'ils étaient conservés à l'École d'application de l'Artillerie et du Génie, où ils étaient peu consultés, et connus seulement de quelques personnes, qui les considéraient peut-être comme un pur objet de curiosité. On y trouve, cependant, au moins trois idées principales :

» 1° La forme allongée de l'aérostat, adoptée par la généralité des inventeurs;

» 2° L'hélice, comme agent de propulsion (et peut-être conviendrait-il de faire remarquer que Meusnier a devancé de beaucoup Sauvage et tous ceux qui se disputent la priorité de l'application de cet engin à la mise en mouvement d'un bateau);

» 3° Enfin, la poche à air ou ballonnet, imaginé de nouveau par M. Dupuy de Lôme, pour maintenir la rigidité de l'enveloppe de son ballon, et que Meusnier destinait à l'importante fonction de vessie natatoire ou de moteur vertical de bas en haut et de haut en bas, espérant pouvoir se dispenser d'ouvrir la soupape pour descendre et de jeter du lest pour remonter, en refoulant de l'air dans la poche ou en l'aspirant, au moyen d'une petite pompe placée dans la nacelle.

» Je citerai encore les travaux de Conté qui, à la vérité, s'est borné à l'étude et à la construction des ballons sphériques, et surtout des ballons captifs employés par les armées de la première République. Mais on trouve, dans le texte et dans le magnifique Atlas de ce savant doublé d'un artiste, des renseignements encore utiles aujourd'hui, sur les moyens de rendre les aérostats imperméables, sur la manœuvre et sur la construction du ballon en général.

» Je ne saurais omettre, en parlant de Conté et des premiers aérostatiers militaires de Meudon, de mentionner les essais de télégraphie optique, faits entre la nacelle d'un ballon captif et une station terrestre souvent assez éloignée (ballon captif de la terrasse de Meudon et Saint-Martin du Tertre, par exemple). Les signaux employés dans ce but et décrits dans l'un des Mémoire de Conté étaient d'une grande simplicité, et peuvent être comparés à ceux de l'alphabet Morse, qu'ils ont précédé de près d'un demi-siècle.

» Dans les actes de la Société d'encouragement, on trouve un Rapport très remarquable de M. Alcan, sur un projet de ballon dirigeable d'un grand volume et muni d'une puissante machine à vapeur, qui date, si j'ai bonne mémoire, de 1842, et qui a précédé, par conséquent, les essais si hardis de M. H. Giffard.

» Je m'abstiens d'entrer dans de plus longs détails et de citer les auteurs vivants, autres que M. Dupuy de Lôme (dont le Mémoire, publié sous les auspices de l'Académie, laissera une trace lumineuse dans l'histoire de la navigation aérienne), parce qu'il est vraisemblable que, si la Commission des aérostats fait une enquête, elle sera bien vite en possession de tous les travaux imprimés ou manuscrits des inventeurs.

» Je crois que cette enquête est très désirable et que la publication, après un examen critique des documents auxquels j'ai fait allusion, de tout ce qu'il n'importe pas de tenir secret (si tant est que le secret puisse être observé longtemps), ferait grand honneur au pays et à la Science française, et l'on conserverait ainsi plus sûrement à la postérité des œuvres remarquables que le temps ou un simple accident pourraient détruire. »

ÉLECTRICITÉ. — *Comparaison entre les anneaux colorés électrochimiques et thermiques;* par M. C. **Decharme.** (Extrait.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Quand on expose une plaque de cuivre à la flamme d'une lampe à alcool, d'un bec de Bunsen, ou mieux au jet fixe et étroit d'une lampe d'émailleur, il se produit sur le métal des couronnes irisées, autour du point chauffé. Dans de bonnes conditions, que l'expérience apprend bientôt à connaître, on obtient des anneaux colorés fixes, paraissant inaltérables à l'air. Ces *anneaux thermiques* sont tout à fait semblables aux *anneaux électrochimiques* de Nobili; comme eux, ils naissent les uns des autres et se propagent *en ondes.* Dans les deux cas, les couleurs se succèdent dans le même ordre, qui est celui des anneaux de Newton *vus par transmission.*

» Les anneaux thermiques *multiples* se réalisent au moyen d'ajutages métalliques, sortes de tambours surmontés de 2, 3, 4, etc., becs à gaz. Ces mêmes pièces servent également pour la production des anneaux électrochimiques, en implantant, dans les fines ouvertures de ces tubes, des aiguilles d'acier d'égale longueur pour chaque système. Les anneaux thermiques, simples ou multiples, se rapprochent d'autant plus des anneaux électrochimiques correspondants, que les jets de flamme sont plus faibles et moins oxydants....

» Mon Mémoire contient le Tableau comparatif des anneaux électrochimiques et thermiques; on y voit que la ressemblance se maintient jusque dans les détails. Il est accompagné de figures comparatives pour les deux ordres de phénomènes. »

M. **Rideau,** M. L. **Doderet,** M. **Perrissoud** adressent diverses Communications relatives à la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. L. **Gigli** adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale l'arrivée d'un certain nombre de

nouvelles Communications relatives aux causes ou au traitement du choléra.

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

CORRESPONDANCE

ASTRONOMIE. — *Planète (240), découverte à l'Observatoire de Marseille le 27 août 1884*; par M. **Borrelly.**

Dates. 1884.	Heures de l'observation. (Temps moyen de Marseille).	Ascension droite apparente de (240).	Distance polaire apparente de (240).	Log. fact. par. en Æ.	Log. fact. par. en ℘.	Observat.
	h m s	h m s	° ′ ″			
Août 27.....	12. 6.36	22.36.50,82	101.17.22,82	$-\bar{3},889$	−0,8601	Borrelly.
» 28.....	9. 1.12	22.36. 6,55	101.22.32,23	$-\bar{1},506$	−0,8135	»

Position moyenne pour 1884,0 *de l'étoile de comparaison, commune aux deux observations ci-dessus.*

Nom de l'étoile.	Grandeur.	Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
7952 B.A.C. (70 Verseau)......	6ᵉ	22ʰ42ᵐ23ˢ,88	101°10′3″,51	Cat. B.A.C.

PHYSIQUE. — *Détermination des longueurs d'onde des raies et bandes principales du spectre solaire infra-rouge.* Note de M. **Henri Becquerel.**

« Dans une récente Communication ([1]) sur les raies d'émission infra-rouges des vapeurs métalliques incandescentes, j'ai eu l'occasion de signaler quelques rectifications que j'avais été conduit à faire subir aux nombres adoptés dans un travail antérieur ([2]) pour les longueurs d'onde de plusieurs raies et bandes du spectre solaire. J'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie le résumé de mes dernières déterminations des longueurs d'onde des raies et bandes principales du spectre solaire infra-rouge.

» La région infra-rouge du spectre solaire, depuis le groupe A jusqu'à l'extrémité observable, présente, entre autres, quatre larges bandes d'absorption. Les deux bandes les plus réfrangibles ont déjà été décomposées en groupes de bandes et de raies plus fines, et il est probable qu'une étude plus complète conduira pour les deux autres à des conclusions analogues.

([1]) *Comptes rendus*, 25 août 1884.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XXX, p. 5.

Dans mes travaux antérieurs, j'avais désigné ces bandes, à partir de A, par les lettres A', A'', A''', A^IV.

» Les bandes A', A'', A''' paraissent avoir été observées par la plupart des physiciens qui ont exploré le spectre solaire infra-rouge à l'aide des méthodes thermoscopiques, notamment par MM. J. Herschel, Fizeau et Foucault, Desains, Lamansky. Ces mêmes bandes ont été signalées par mon père en 1866, au moyen des phénomènes de phosphorescence, mais les valeurs, notablement différentes entre elles, que les divers physiciens avaient attribuées à la longueur d'onde de ces radiations, n'avaient pas permis d'identifier avec certitude les résultats de leurs recherches. En 1847, M. Fizeau avait donné le nombre $0^{mm},001445$ pour la longueur d'onde d'une bande qui paraît être la bande A'''. D'un autre côté, par la méthode phosphorographique, mon père avait trouvé pour cette même bande des nombres variables entre $0^{mm},001460$ et $0^{mm},001200$, et s'était arrêté au nombre $0^{mm},001220$ pour le bord le plus réfrangible de cette bande. Il était nécessaire de mesurer directement ces longueurs d'onde par l'emploi d'un réseau.

» En 1879, M. Abney dressa une très belle Carte du spectre normal infra-rouge, obtenue photographiquement et s'étendant jusque vers la longueur d'onde $0^{mm},000980$. Dans mes précédentes recherches, j'avais pu, au moyen des effets de phosphorescence, mesurer les longueurs d'onde dans les spectres de diffraction d'un réseau, jusque vers $0^{mm},001000$, mais le faible éclat des spectres ne m'avait pas permis d'aller plus loin, et j'avais adopté le nombre $0^{mm},001220$ pour le bord le plus réfrangible de la bande A''', que l'on observe très facilement dans le spectre prismatique; les nombres supérieurs à $0^{mm},001000$, publiés dans le travail cité plus haut, étaient donc obtenus au moyen d'une interpolation basée sur cette hypothèse.

» Dans un Mémoire publié en 1883, M. Langley a déduit les longueurs d'onde des bandes A', A'', A''', A^IV de leur position dans le spectre prismatique, au moyen d'un ingénieux procédé de graduation de son spectrobolomètre, et les nombres qu'il avait ainsi obtenus différaient notablement, à partir de $0^{mm},001000$, de ceux auxquels conduisait notre interpolation hypothétique. Je me suis proposé alors de reprendre ces déterminations en projetant les spectres de diffraction d'un réseau sur des substances phosphorescentes beaucoup plus sensibles aux radiations infra-rouges que celles qui étaient à ma disposition au moment de mes premières recherches. Ces substances m'ont permis de mesurer avec une assez grande approximation les longueurs d'onde des bandes en question,

ainsi que de plusieurs autres raies plus fines; les nombres qui se déduisent de ces déterminations sont assez voisins de ceux qu'avait obtenus M. Langley avec son bolomètre, mais la finesse des détails que donne la méthode d'observation dont j'ai fait usage est beaucoup plus grande.

» Les rayons solaires, concentrés sur une fente étroite, au foyer d'un collimateur, tombaient sur un très beau réseau tracé sur métal par M. Rutherfurd, et que M. Mascart avait bien voulu me prêter. Ces rayons étaient ensuite concentrés par une lentille, puis traversaient un prisme à sulfure de carbone dont les arêtes avaient une direction normale à celle de la fente et des traits du réseau, et ils venaient former sur la substance phosphorescente une série de spectres obliques pour lesquels les radiations des spectres de différents ordres étaient juxtaposées et non superposées. La fente était suffisamment étroite pour que l'on pût voir nettement les principales raies de la région lumineuse, et, en comparant la position des raies et bandes de la région infra-rouge du premier spectre avec celle des raies connues de la région lumineuse des spectres du deuxième et du troisième ordre, on obtenait leur longueur d'onde avec une approximation qui ne dépendait que de l'exactitude du pointé.

» Le Tableau suivant contient les nombres obtenus pour les principales raies et bandes, nombres qui paraissent exacts à 1 ou 2 millièmes de millimètre près, et qui doivent être substitués à ceux qui ont été publiés dans mes précédentes recherches.

Longueurs d'onde des principales raies et bandes du spectre solaire infra-rouge, exprimées en mllionièmes de millimètre.

760,4	A		992		
771			1025		
783			1069 à 1075		
791 à 796			1115 à 1119	A″	Groupe de deux bandes qui paraissent être celles que M. Abney a appelées φ_1 et φ_2
804			1132 à 1142		
819		(Sodium).	1142		(Sodium).
830			1200		(Magnésium).
844			1254		
858 à 862		(Correspond à un groupe de calcium).	1351 à 1400	A‴	Bord net à 1351. Paraît être la bande que M. Abney appelle Ψ.
876			1440		Bande faible.
898 à 900		(Magnésium).	1510 à 1560		Groupe de bandes.
917 à 920		Bande ou groupe de raies.	1800 à 1880	A^{IV}	Nombres approchés; bande appelée Ω par M. Langley.
934 à 945	A′	Groupe de raies et bandes très voisines.			
950 à 965					
968					

» Les résultats qui précèdent montrent que la méthode phosphorographique, lorsque les substances phosphorescentes sont convenablement

choisies, permet d'explorer le spectre infra-rouge aussi loin que les méthodes thermoscopiques et plus loin que les actions chimiques. Cette méthode a sur les autres l'avantage de donner des indications instantanées et de présenter une image d'ensemble de la région étudiée. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Formation et développement des cellules nerveuses de la moelle épinière des Mammifères.* Note de M. **W. Vignal**, présentée par M. Marey.

« Les cellules nerveuses ne font, dans la moelle de l'embryon de brebis [1], leur apparition, d'une façon nette et absolument certaine, qu'à l'époque qui correspond à la dixième semaine de la vie utérine de l'embryon humain ; elles proviennent d'une transformation des cellules qui forment la substance grise embryonnaire, et que nous avons décrites dans une Communication précédente [2]. Les cellules nerveuses apparaissent simultanément dans cette substance en deux groupes principaux : l'un est situé au bas de la corne antérieure, l'autre plus haut et sur le côté externe de cette corne. Ces deux groupes correspondent respectivement, dans la moelle dorsale, au groupe antérieur et au groupe de la corne latérale; quelques autres cellules disséminées irrégulièrement se voient encore dans la corne antérieure.

» Lorsqu'on étudie ces cellules dans une préparation obtenue par dissociation, on voit qu'elles sont plus grandes que celles qui les environnent; leur forme est très variable, irrégulière; elles ont de longs prolongements très grêles, qui quelquefois se divisent; leur noyau est toujours volumineux, il a un contour fort net et renferme, outre des granulations peu distinctes, un ou deux nucléoles; leur protoplasma ainsi que ses prolongements se colorent faiblement par l'osmium. Ce protoplasma est peu dense, il rappelle comme aspect une émulsion d'albumine légèrement teintée en brun; il renferme souvent de nombreuses vacuoles quelquefois très petites, d'autrefois assez volumineuses; ces vacuoles ne se trouvent jamais dans les prolongements.

» Entre cette forme, qui est la plus avancée, et les vraies cellules em-

---

(1) Mes études ont été faites sur des embryons de mouton, car, comme il est nécessaire d'avoir des embryons tout à fait frais, ceux qui viennent d'avortement ou d'autopsie ne sont pas dans de bonnes conditions.

(2) *Comptes rendus*, 23 juin 1884.

bryonnaires, qui constituent à cet âge la masse principale de la substance grise de la moelle, on rencontre toute une série intermédiaire.

» Dans un embryon de mouton long de $0^m,10$ et correspondant comme âge à un fœtus humain de trois mois et demi, on voit encore dans la corne antérieure quelques cellules qui présentent le même aspect que celles que nous venons de décrire, mais généralement elles sont plus volumineuses, ont de nombreux prolongements, qui se ramifient souvent; leur noyau est volumineux, nettement délimité, renferme un ou deux nucléoles brillants. Leur protoplasma se colore en brun clair par l'acide osmique, il renferme de grosses granulations peu réfringentes, qui ne sont jamais nettement délimitées, mais qui se confondent plus ou moins avec la masse générale qui les enveloppe.

» Les prolongements des cellules nerveuses ont le même aspect que le protoplasma; ils se ramifient souvent. Dans les cellules les plus développées on aperçoit généralement un prolongement plus grêle que les autres, qui jamais ne se ramifie et qui paraît être formé par une substance homogène; nous avons tout lieu de croire que c'est le prolongement de Deithers.

» Les cellules de la colonne de Clarke font leur apparition dans l'embryon de brebis lorsque celui-ci a $0^m,17$ de long, et qu'il correspond, comme âge, à un fœtus humain de quatre mois.

» Jusqu'à ce que les embryons du mouton aient atteint une longueur de $0^m,25$, ce qui correspond environ au cinquième mois et demi de la vie utérine de l'embryon humain, le protoplasma des cellules nerveuses des cornes antérieures ne change pas sensiblement d'aspect; il devient seulement plus ferme et les prolongements augmentent de volume; il est alors plus facile de voir leurs divisions, mais la structure de la cellule reste la même. A cette époque apparaissent les cellules des cornes postérieures.

» Au sixième mois de la vie utérine de l'embryon humain et à l'époque correspondante dans celui de la brebis, on voit que, dans quelques cellules des cornes antérieures, la surface du protoplasma formant le corps cellulaire prend une apparence vaguement striée. Cette apparence est due à ce que les granulations du protoplasma, devenues plus fines, se rangent en séries linéaires; mais de fibrilles proprement dites, on n'en découvre pas la moindre trace. Cet arrangement des granulations n'existe généralement pas dans tout le protoplasma, mais seulement dans une partie : il ne s'étend jamais dans les prolongements.

» Au septième mois, la majorité des cellules des cornes antérieures présentent dans le protoplasma entourant le noyau, soit dans toute son étendue, soit seulement dans une partie, une différenciation fort nette, sous la forme de fibrilles excessivement grêles, entre lesquelles se trouvent des granulations protoplasmiques.

» Au huitième mois, presque toutes les cellules des cornes antérieures possèdent une véritable structure fibrillaire; celle-ci s'étend même souvent dans les prolongements, tandis que, dans celles des cornes postérieures, la fibrillation n'est pas encore distincte.

» A la naissance, il est rare de voir des cellules qui ne soient pas striées; cependant on en rencontre toujours quelques-unes. Les cellules nerveuses sont alors tout à fait semblables à celles de la moelle adulte; elles présentent les détails de structure que nous leur connaissons, d'après les travaux de Deithers et M. Schultze. Leur volume est cependant moindre que celui des cellules adultes, et elles ne renferment jamais de granulations pigmentaires, ce qui semble bien indiquer que ces dernières sont des produits de dégénérescence.

» Je rappellerai, en terminant, que quelques auteurs d'Anatomie comparée ont émis l'hypothèse que, à un certain moment de son développement, la moelle est formée par une série de ganglions soudés bout à bout, et qu'elle représente alors la chaîne nerveuse de certains invertébrés. Les travaux des embryogénistes ont fait justice, jusqu'à un certain point, de cette supposition, en démontrant qu'elle ne présente pas une série de renflements et de rétrécissements.

» Il restait à savoir si, lorsque les cellules se forment, elles ne sont pas réunies par petits groupes, de façon à constituer des ganglions *dissimulés*. A l'aide de coupes transversales faites en série et de coupes longitudinales, je me suis assuré qu'à aucun moment du développement les cellules ne forment des groupes qu'on pût assimiler à des ganglions : elles s'étendent sous forme de colonnes presque régulières dans toute la longueur de la moelle ([1]). »

([1]) Ce travail a été fait au Laboratoire d'Histologie du Collège de France.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur des phénomènes lumineux observés en Suisse autour du Soleil.* Deuxième Note de M. F.-A. Forel.

« Un second voyage dans les Alpes me permet de confirmer et de compléter ma première Note, communiquée à l'Académie dans la séance du 11 août 1884 (*Comptes rendus*, t. XCIX, p. 289). J'avais constaté qu'en pénétrant dans les montagnes du Valais, à la fin de juillet, je voyais apparaître une couronne rougeâtre, entourant le disque du Soleil dans un ciel serein; chaque fois que j'ai vu l'astre dans la vallée de Saas-Fée (altitude 1800^m et plus) du 22 juillet au 4 août, le phénomène a été évident. Lorsque je suis descendu dans la plaine, au bord du lac Léman (altitude 380^m), la couronne s'est éteinte et je n'en ai plus vu que des traces peu distinctes. Je suis retourné de nouveau dans les Alpes valaisanes et bernoises, du 18 au 26 août, et, aussitôt que je me suis élevé à l'altitude de 1000^m, j'ai vu reparaître le phénomène; à 1500^m, il était très bien visible; à 2000^m, à 3000^m, il avait un éclat très remarquable.

» Le 24 août, par une belle journée, j'ai pu vérifier l'influence de l'altitude sur l'apparition de la couronne. Parti de l'hospice de Grimsel (altitude 1870^m), où le cercle rouge était très bien marqué, je l'ai vu diminuer d'intensité à mesure que je descendais dans la vallée de Hasli; à Innertkirchet (altitude 625^m), le rouge n'était plus sensible, mais il est redevenu visible aussitôt que je suis remonté à Rosenlaui (altitude 1330^m), et à la grande Scheidegg (altitude 1960^m), la couronne avait tout son éclat. Je ne l'ai jamais vue plus brillante que dans des courses sur les hauts névés du glacier de Fée (altitude 3000^m), du glacier du Rhône (altitude 2800^m), ou sur le glacier de l'Aar inférieure, près de l'Abschwung (altitude 2550^m).

» Confirmant ainsi les observations que j'avais faites à Saas-Fée, je dirai que, pendant les mois de juillet et d'août 1884, il est apparu autour du Soleil une couronne rougeâtre, mal visible de la plaine et dans les basses altitudes, qui ne devenait évidente et brillante que quand on s'élevait à 1000^m, ou mieux à 2000^m au-dessus de la mer.

» Je me permettrai d'inviter les aéronautes, qui auraient l'occasion de s'élever prochainement en ballon, à donner attention à ce phénomène, et à noter l'altitude à laquelle ils pourraient l'observer.

» J'ai une petite correction à apporter à ma première Note. Je disais que le limbe central était d'un blanc d'argent; cela est vrai lorsque le Soleil est

bas sur l'horizon; mais, lorsqu'il est près du méridien, le limbe central, toujours très brillant, présente souvent des teintes bleuâtres très évidentes.

» Quant aux dimensions de la couronne, voici les mesures, d'approximation peu serrée, que je puis donner; l'indécision des limites du cercle permettrait difficilement des chiffres plus exacts :

	Rayon.
	° °
Bord interne du cercle rouge	7-10
Milieu du rouge	12-14
Bord externe du rouge	18-22

» Il n'y a rien là qui se rapproche du halo; c'est donc une couronne. Cette couronne n'est pas liée à l'état météorologique de l'air, dans ses couches inférieures. En effet, pendant les deux périodes où j'ai observé le phénomène, chaque fois que le ciel était serein, soit du 22 juillet au 4 août à Saas-Fée, et du 18 au 25 août dans les Alpes bernoises, nous avons eu en Suisse tous les états météorologiques possibles. Je le montrerai en indiquant les centres de minimum et de maximum barométriques sur l'Europe.

	Cyclones.	Anticyclones.
23 juillet	Nord de l'Europe.	Suisse.
26 »	Moscou.	Golfe de Gascogne.
28 »	Hollande-Rome.	Atlantique.
30 »	Danemark-Turquie.	France.
2 août	Nord de l'Irlande.	Alger.
5 »	»	Centre de l'Europe.
18 »	Angleterre.	Hongrie.
20 »	Prusse-Sardaigne.	Atlantique.
22 »	Sud de l'Adriatique.	Mer du Nord.
24 »	Nord de l'Écosse.	Centre d'Europe.
25 »	Portugal-Norvège.	Suisse-Irlande.

» Avec des répartitions aussi différentes de la pression atmosphérique, nous avons été, en Suisse, sous l'influence de courants d'air venant alternativement des quatre points cardinaux; nous avons été soumis successivement à des vents chauds ou froids; nous avons été plongés dans un air successivement sec et humide; nous avons eu la neige à la Furka, et le foehn à Grindelwald. Presque toutes les conditions météorologiques de la saison ont été reproduites, et cependant le phénomène a toujours été visible quand le ciel était serein. La couronne que je décris n'est donc pas liée à l'état météorologique de l'air, dans ses couches inférieures du moins.

» Il nous faut donc supposer qu'il existe un nuage de poussières, sus-

pendu dans les couches supérieures de l'atmosphère, qui stationne sur le centre de l'Europe. D'après les observations de M. Jamin (*Comptes rendus*, t. XCIX, p. 290) et de M. Arcimis (*Nature*, t. XXX, p. 324), ce nuage se serait étendu au moins jusqu'à Paris et Madrid; d'après les observations isolées, faites en plaine par d'autres personnes et par moi-même, ce nuage planerait sur la Suisse depuis le commencement de l'été.

» Quelle est la nature de ces poussières? Je ne me prononce pas.

» Je sollicite l'attention des naturalistes, des physiciens et des voyageurs qui pénètrent dans les couches élevées de l'atmosphère, soit sur les montagnes, soit en ballon, sur ce phénomène optique tout à fait extraordinaire, de l'avis de tous ceux qui l'ont observé.

» *P. S.* — Hier 30 août et aujourd'hui 31 août, par un ciel serein d'une belle limpidité, la couronne est apparue évidente à Morges (altitude 380^{m}), mais d'un éclat beaucoup plus pâle que dans les montagnes; les teintes rougeâtres sont à peine marquées. »

TÉLÉGRAPHIE. — *Sur l'établissement d'un télégraphe optique entre l'île de la Réunion et l'île Maurice.* Extrait d'une Lettre de M. BRIDET à M. Faye.

« Saint-Denis, le 5 août 1884.

« Un fait scientifique considérable vient de se produire à la Réunion, et M. Adam m'a chargé d'en donner les détails :

» Vous savez que l'année dernière M. Adam s'était établi sur la montagne du bois de Nèfles, en vue de Saint-Denis, à une altitude de 1100^{m}; M. Adam avait choisi ce lieu parce qu'il pouvait transmettre immédiatement, par signaux optiques, les dépêches qu'il devait recevoir pour Saint-Denis. M. Adam arriva à la Réunion dans la dernière semaine du mois de juin et il s'empressa de monter au piton du bois de Nèfles, que, dans notre enthousiasme anticipé, nous appelions déjà le *pic Adam*.

» Six jours après, M. Adam redescendait; ayant passé ce temps dans les nuages et convaincu que ce lieu de station n'était pas pratique, il l'abandonnait résolûment, et écrivait à Maurice, donnant des instructions pour braquer la lunette mauricienne sur le piton Lacroix, à Sainte-Rose, où il allait établir son poste d'observation.

» L'avantage de ce nouveau poste est d'être plus rapproché de Maurice de 40^{km}; sa hauteur de 650^{m} permettait au rayon lumineux de passer à environ 100^{m} au-dessus de l'horizon; il y avait donc plus de chances qu'au piton du bois de Nèfles pour apercevoir la lumière de Maurice.

» En onze jours, une installation provisoire était faite sur le piton Lacroix, et la lunette braquée sur la direction du pic Vert à Maurice.

» Les calculs de M. Adam furent si exactement faits que, dans la nuit du 12 au 13 juillet, on aperçut le feu de Maurice : il n'y avait pas eu de rectification dans la direction de la lunette du piton Lacroix de plus d'une minute de degré, et pendant deux heures on échangea des phrases entre Maurice et la Réunion au moyen de la lampe de pétrole; la communication était établie d'une manière invariable, et M. Adam revenait le lendemain à Saint-Denis pour faire part au Comité syndical de son heureuse réussite.

» Ils s'agissait alors de fonder une Société pour aider les dix membres faisant partie du syndicat à mener cette grande entreprise à bonne fin; c'est à quoi nous nous occupons en ce moment.

» M. Adam a relié le piton Lacroix, par les signaux optiques, à une station située à Saint-Benoît, où aboutit la ligne télégraphique qui transmettra à Saint-Denis les dépêches de Maurice, ainsi que cela a lieu maintenant. Quant à Maurice, il va établir sur la montagne du Pouce une station qui transmettra à Port-Louis les dépêches du pic Vert, auquel on ne parvient aujourd'hui que par piétons mettant douze ou quatorze heures pour y arriver.

» Vous le voyez, cette grande conception, ce problème qui semblait irréalisable à tout le monde, est désormais un fait acquis; grâce à la persévérance d'un homme qui ne s'est laissé rebuter par aucun obstacle et dont l'intelligence a triomphé des difficultés qui entouraient cette entreprise, nos deux îles sœurs sont reliées aujourd'hui par la lumière et, dans trois ou quatre mois, alors que les cases en paille qui servent d'abri aux instruments seront remplacées par des constructions plus solides, alors qu'un personnel instruit sera formé, nous échangerons des communications quotidiennes avec nos voisins. »

La séance est levée à 4 heures. J. B.